

ČIŠĆENJE POD NAPONOM - GRANULAMA UGLJIKOVOG (IV) OKSIDA (SUHIM LEDOM)

Damir Raljević, univ. spec. el.

HEP NOC, Velika

mr. sc. Davor Sokač, dipl. ing.

HEP ODS d.o.o.

TEHNOLOGIJA ČIŠĆENJA SUHIM LEDOM

- Tehnologija čišćenja suhim ledom relativno je novi proces čišćenja koji se koristi čvrstim CO₂ kuglicama (poznate i kao suhi led).
- Suhi led, nakon udara u površinu koja se tretira, sublimira, (pretvara se direktno iz čvrstog stanja u CO₂ plin), te tako ne ostavlja talog, opasni otpad ili otrovne pare
- Primjena tehnologije kod održavanja elektropostrojenja-nema prekida napajanja kupaca, izuzetna kvaliteta čišćenja i to bez oštećenja tretirane opreme.
- CO₂ je, kao prirodan plin, potpuno neotrovan, bez boje je i bez mirisa.

Proizvodnja suhog leda

- Suhi led je ugljični oksid u krutom stanju na temperaturi od -79°C.
- Proizvodi se od tekućeg ugljikovog dioksida koji se izlaže atmosferskom tlaku i temperaturi.
- U tom dijelu procesa ekspanzijom ugljikova oksida se snizi temperatura na minus 79°C zbog čega se on stvrdne i poprima oblik snijega.

TEHNOLOGIJA ČIŠĆENJA SUHIM LEDOM

Postupak čišćenja tehnologijom suhog leda

- Vrlo je sličan pjeskarenju te se koristi u obliku peleta, koje se na temperaturi od -79°C pomoću mlaznog uređaja ubrzavaju do brzine više od 150 m/s i na taj način se sloj prljavštine u sekundi ohladi.
- Stvaranjem napuklina i krtošću prljavština se odvaja pomoću komprimiranog zraka.
- Suhi led isparava i prljavština ostaje na dnu.

Prednosti korištenja:

- brzo, efikasno i ekonomično čišćenje bez upotrebe kemikalija i vode
- ne oštećuje površine
- znatno smanjuje količinu otpada
- smanjuje potrebu za demontažom određenih elemenata
- omogućuje čišćenje na teško dostupnim dijelovima sustava ili strojeva

TEHNOLOGIJA ČIŠĆENJA SUHIM LEDOM

Za proizvodnju suhog leda potrebno je imati:

- Spremnik tekućeg ugljikovog oksida
- Aparat za proizvodnju suhog leda (peletizer)
- Kontejner za čuvanje suhog leda



Za čišćenje suhim ledom potrebno je imati:

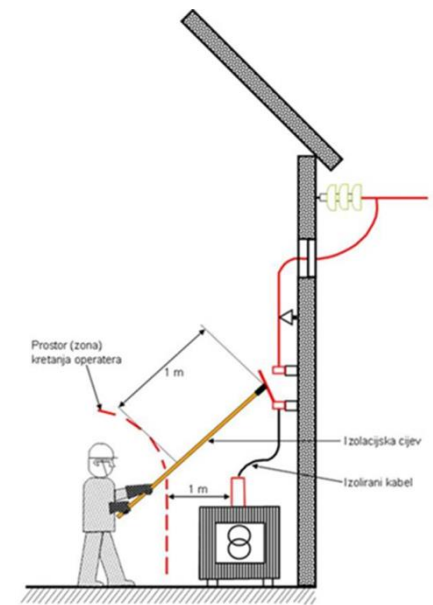
- **Kompresor** - koristimo ga za osiguravanje dovoljne količine zraka i brzine strujanja zraka za apliciranje smrznutih granula CO₂ na onečišćenu površinu
- **Sušač vlage** - kompresor uzima zrak iz okoline koji u sebi sadrži određeni postotak vlage. Sušač anulira vlažnost zraka, što je jako važno kod čišćenja uređaja i postrojenja pod naponom



- **Agregat** - uređaj za suhi led koristi napajanje el. energijom. Agregatom se osigurava autonomija cijelog postupka tako da ne ovisio o napajanju el.energijom na terenu.
- **Uređaj za suhi led** – vrši se doziranje granula CO₂ u ovisnosti o stupnju onečišćenja
- **Spojne cijevi**
- **Mlaznice**



- Čišćenje metodom suhog leda postrojenja pod naponom je patentirana metoda.
- Patentiran je postupak čišćenja za NN i SN postrojenja, koristi se za čišćenje postrojenja i uređaja pod naponom u trafostanicama, čišćenja izolatora kod prijenosnih mreža, rastavljača, tramvaja, vlakova i ostalim postrojenjima uz potpunu sigurnost za osobu koja čisti.
- Uvjeti za čišćenje pod naponom su definirani HEP Biltenima 241,242 i 243 za srednji napon i 239 i 240 za niski napon.



Primjer čišćenja na SN

- KLASIČAN NAČIN SUHOG ČIŠĆENJA POD NAPONOM



Čišćenje dijelova na transformatoru sa zaobljenom četkom

- KLASIČAN NAČIN SUHOG ČIŠĆENJA POD NAPONOM



Čišćenje ćelija unutar KTS-a

- KLASIČAN NAČIN SUHOG ČIŠĆENJA POD NAPONOM



Transformator pred čišćenjem



Transformator po čišćenju

Čišćenje pod naponom u susjednoj Sloveniji – svakodnevna praksa

- ČIŠĆENJE SUHIM LEDOM POD NAPONOM



Čišćenje TS 10(20)/0,4 kV KRIŽ 19- VTS
VINOGRADSKA-prije i poslije čišćenja

- ČIŠĆENJE SUHIM LEDOM POD NAPONOM



Čišćenje TS 10/0,4 kV Sirač 3-Kumal, Terenska jedinica Daruvar prije i poslije čišćenja

- ČIŠĆENJE SUHIM LEDOM POD NAPONOM



Čišćenje TS 10/0,4 kV Gojlo-4-Paletara, Terenska jedinica Kutina -prije i poslije čišćenja

ZAKLJUČAK

- Čišćenje elektroenergetskih postrojenja metodom rada pod naponom na niskom i srednjem naponu predstavlja veliku potrebu naročito u većim gradovima jer se uspijeva na relativno jednostavan način omogućiti kontinuitet opskrbe.
- Budući da se za vrijeme čišćenja koristi isključivo „rad na udaljenosti“ što predstavlja sigurno i radnicima logički prihvatljivo rješenje uočilo se da je izvršitelji brzo prihvaćaju i u potpunosti primjenjuju.
- Danas, metoda čišćenja suhim ledom brzo postaje povoljna, bez utjecaja, prihvatljiva za okoliš. kao i za proizvodnju.
- U radu su navedene prednosti ove tehnologije koja omogućava proizvodnju i istovremeno održavanje postrojenja bez prekida u isporuci električne energije i minimizirana oštećenja tretirane opreme
- Razvoj primjene metode čišćenja pod naponom na srednjem naponu također predstavlja dobru polaznu osnovu za primjenu i ostalih metoda rada pod naponom na srednjem naponu koje su zahtjevnije, skuplje i uključeno je manji broj radnika.

Pitanja za raspravu:

1) Kakvi su sigurnosni i ekološki aspekti pri primjeni ove tehnologije čišćenja?

Ekološki aspekti tehnologije:

- brzo, efikasno i ekonomično čišćenje bez upotrebe kemikalija i vode
- ne oštećuje površine, znatno smanjuje količinu otpada
- smanjuje potrebu za demontažom određenih elemenata
- omogućuje čišćenje na teško dostupnim dijelovima sustava ili strojeva

Sa sigurnosnog aspekta uz primjenu odgovarajućeg alata i propisanih procedura za tu tehnologiju sam postupak čišćenja je za osoblje pouzdan i siguran

Pitanja za raspravu:

2) Da li postoje daljnji razvojni i planovi komercijalne primjene ove tehnologije čišćenja na distributivnim postrojenjima u Hrvatskoj?

Tehnologija postoji, postupak je patentiran. Dosada su odrađeni postupci čišćenja nekoliko postrojenja u HEP ODS-u i u nekim industrijskim postrojenjima. Rezultati pokazuju prihvatljivost metode čišćenja.

Za nastavak aktivnosti djelomično je potrebno uskladiti dokumentaciju za rad pod naponom na srednjem naponu u HEP ODS-u, jer dosadašnja nije predviđala rad vanjskih izvođača na SN postrojenjima.

Klasična metoda suhog čišćenja pod naponom od strane HEP ODS-a se već primjenjuje u Koprivnici i Zaboku a pripreme radnje su u tijeku u Elektri Zagreb i Elektroslavoniji Osijek (TJ Đakovo).

Prijedlog od strane autora je da se u sklopu projekta RPN pokuša na nivou HEP ODS-a odrediti potrebe za primjenom ovakvog postupka i uz prilagodbu dokumentaciji ovisno o potrebama ovu metodu koristiti u postupku održavanja postrojenja gdje se ukaže potreba za time.

Pitanja za raspravu:

3) Koliko je prosječno trajanje čišćenja ovo tehnologijom kompletne KTS 10(20)/0,4 kV? Što to znači u kontekstu pokazatelja pouzdanosti opskrbom električnom energijom?

Vrijeme trajanja čišćenja ovisi o zahtjevnosti postupka (stupnju nečistoće same KTS), dosadašnja iskustva pokazuju da je dovoljno do 2 sata da se završi postupak čišćenja.

Što se tiče pokazatelja pouzdanosti opskrbom električnom energijom ova tehnologija doprinosi poboljšanju pokazatelja jer nema isključivanja potrošača i a time i prekida u opskrbi što će uvođenjem penalizacije od strane regulatornih tijela biti sve više prisutno.